

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-316527

(43)Date of publication of application : 28.11.1996

(51)Int.Cl.

H01L 33/00
H01L 21/203
H01S 3/18

(21)Application number : 07-115760

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 15.05.1995

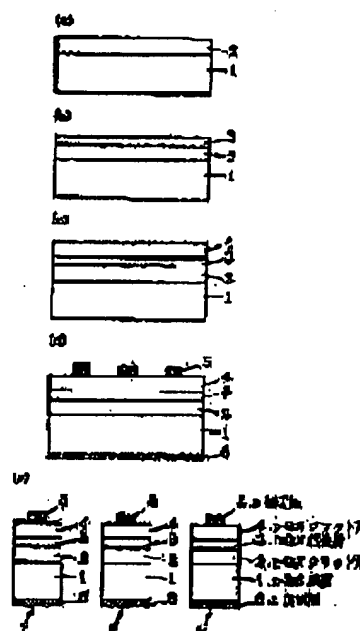
(72)Inventor : HISHIDA YUJI

(54) SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a semiconductor light emitting device which is high in degree of freedom of structure and light projecting efficiency and capable of being manufactured by cleavage.

CONSTITUTION: An N-GaN clad layer 2, an InGaN active layer 3, and a P-GaN clad layer 4 are epitaxially grown on a cubic N-ZnS substrate 1, a P-side electrode 5 is formed on the P-GaN clad layer 4, and an N-side electrode 6 is formed on the underside of the N-ZnS substrate 1.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

特許出願の番号	特願2006-171766
起案日	平成19年 1月30日
特許庁審査官	藤原 敬士 8406 4R00
特許出願人代理人	谷 義一(外 1名) 様
適用条文	第29条第2項、第36条、第39条

理 由

5

- 記

- 03/07/2007 WED 14:54 [TX/RX NO 6560] 013

いて、頒布された下記の刊行物に記載された発明又は電気通信回線を通じて公衆に利用可能となった発明に基いて、その出願前にその発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者が容易に発明をすることができたものであるから、特許法第29条第2項の規定により特許を受けることができない。

記 (引用文献等については引用文献等一覧参照)

- ・請求項1
- ・引用文献3；特開2002-003297号公報
- 引用文献4；特開平08-316527号公報
- ・備考

窒化物半導体を用いた周知の光学素子分野に於いて、安価なSi基板を用いて窒化物半導体層を形成したいとの課題は周知のものである。

そして、引用文献3は、機能性膜としての酸化物膜をSi基板上に結晶性良く形成することを課題としているものではあるが、当該引用文献の段落番号【0035】、【0036】には、Si基板上にMgS、MnS、CaSのいずれかの硫化物を形成するとSiとの格子定数が近くミスマッチが小さいので、Si界面にアモルファス層を形成しないことが記載されており、このことは、上記硫化物をSi基板上に形成した場合、酸化物のみならず、MgS、MnS、CaSと結晶系が同等のもの（例えば、引用文献4には、金属硫化物の上に金属窒化物を形成することが記載されている。）であれば、その上にエピタキシャル成長を可能とすることを示唆するものである。

してみると、窒化物半導体を用いた周知の光学素子分野に於いて、Si基板上的バッファ層として上記引用文献3に記載のMgS、MnS、CaSを採用しようと試みることは、当業者ならば容易に想到しうるものである。

3. この出願は、特許請求の範囲の記載が下記の点で、特許法第36条第6項第2号に規定する要件を満たしていない。

記

- ・請求項1, 2, 4
- ・備考

素子としての機能を何によって奏するのか不明である。

また、請求項2に記載された「中間層」は、素子としてどのような機能を果たすものとして定義されているのか不明である。

よって、請求項1, 2, 4に係る発明は明確でない。

なお、本願分割出願の原出願である特願2002-276205号（特開2004-111883号）の特許査定されたものの発明或いは本願の請求項3に係るものの発明に対応する素子の製造方法に於いては、現時点では、拒絶の理由を

発見しない。

先行技術文献調査結果の記録

・調査した分野 IPC

H01L21/205, C23C16/00-56

・先行技術文献 特開昭61-111137号公報

この先行技術文献調査結果の記録は、拒絶理由を構成するものではない。

この拒絶理由通知書の内容に関するお問い合わせ先

特許庁 特許審査第三部 電子素材加工

審査官 藤原敬士

電話 03-3581-1101

内線 3469-3471

FAX 03-3501-0673

(11) 特許出願公開番号

(49)公開日 平成8年(1996)11月29日

得意請求 未請求 請求項の数3 OL (全 6 頁)

03/07/2007 WED 14:54 [TX/RX NO 6560] 016

【特許請求の範囲】

【請求項1】 II-VI族の化合物半導体からなる導電性の基板の上に、ガリウム、アルミニウムおよびインジウムの少なくとも1つを含むIII族の窒化物半導体からなりかつ発光層を含むエピタキシャル成長層が形成され、前記基板が前記発光層のバンドギャップよりも大きいバンドギャップを有することを特徴とする半導体発光素子。

【請求項2】 立方晶のII-VI族の化合物半導体からなる導電性の基板の上に、ガリウム、アルミニウムおよびインジウムの少なくとも1つを含むIII族の窒化物半導体からなるエピタキシャル成長層が形成されたことを特徴とする半導体発光素子。

【請求項3】 前記導電性の基板は、硫黄、セレンおよびテルルの少なくとも1つと亜鉛とからなる化合物半導体に不純物元素が添加されてなることを特徴とする請求項1または2記載の半導体発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、GaN（窒化ガリウム）、AlN（窒化アルミニウム）もしくはInN（窒化インジウム）またはこれらの結晶からなる成長層を有する半導体発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】直接遷移型のバンド構造を有するGaNは、青色あるいは紫色の光を発する発光ダイオード、半導体レーザー素子等の半導体発光素子の材料として有望である。しかしながら、GaNからなる基板が存在しないため、GaN系半導体発光素子を作製する際には他の材料からなる基板の上にGaNをヘテロエピタキシャル成長させている。例えば、GaNと同じ対称性を有するサファイア（ Al_2O_3 ）基板が用いられる。

【0003】図4はサファイア基板を用いた従来のGaN系発光ダイオードの構造を示す断面図である。図4の発光ダイオードは日経マイクロデバイス1994年2月号の第92頁〜第93頁に開示されている。

【0004】図4において、サファイア基板31上にGaNバッファ層32が形成され、GaNバッファ層32上に、p-GaN層33、n-AlGaInクラッド層34、InGaIn発光層35、p-AlGaInクラッド層36およびp-GaN層37が形成されている。p-GaN層37からn-GaN層33の上部領域までがエッチングされ、p-GaN層37の上面にp側電極38が形成され、n-GaN層33の上面にn側電極39が形成されている。このような発光ダイオードの構造はラテラル構造と呼ばれている。

【0005】図4の発光ダイオードは、InGaIn発光層35をn-AlGaInクラッド層34およびp-AlGaInクラッド層36で挟んだダブルヘテロ構造のpn接合を有し、青色の光を効率よく発生することができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】サファイア基板を用いた半導体発光素子においては、サファイアが可視光に対して透明であるため、GaN系の発光層からの光が基板で吸収されない。したがって、外部への光の取り出し効率が低い。

【0007】しかしながら、サファイア基板が絶縁物であり、素子の上下方向に導電性がないので、サファイア基板の下面に電極を形成することができない。そのため、素子構造に制約があり、素子構造が複雑となる。例えば、図4の発光ダイオードでは、p-GaN層37からn-GaN層33の上部領域までをエッチングしてn側電極39をn-GaN層33の上面に形成している。

【0008】さらに、サファイア基板にへき開性がないため、ウエハ上に形成された各素子をへき開により分離することができない。また、へき開により基板側面が形成される半導体レーザー素子を作製することができない。

【0009】一方、GaAs基板を用いて低温成長を行うと、立方晶ではなく立方晶のGaN層をエピタキシャル成長させることが可能となる。図5はGaAs基板を用いたGaN系発光ダイオードの一例である。

【0010】図5において、GaAs基板41上にn-GaN層42およびp-GaN層43が形成されている。p-GaN層43の上面にp側電極44が形成され、GaAs基板41の下面にn側電極45が形成されている。

【0011】このように、GaAs基板を用いた発光ダイオードでは、GaAsが導電性を有するので、GaAs基板の下面に電極を形成することができ、構造が簡素化される。また、GaAs基板上に形成された立方晶のGaN層はへき開性を有するので、ウエハ上の各素子をへき開により分離することが可能となり、また半導体レーザー素子を作製することも可能となる。

【0012】しかしながら、GaAsのバンドギャップがサファイアのバンドギャップに比べて小さいので、GaN層からの光がGaAs基板で吸収され、外部への光の取り出し効率が低い。

【0013】本発明の目的は、素子構造の自由度が高く、かつ外部への光の取り出し効率が低い半導体発光素子を提供することである。本発明の他の目的は、素子構造の自由度が高く、かつへき開により作製可能な半導体発光素子を提供することである。

【0014】

【課題を解決するための手段】第1の発明に係る半導体発光素子は、II-VI族の化合物半導体からなる導電性の基板の上に、ガリウム、アルミニウムおよびインジウムの少なくとも1つを含むIII族の窒化物半導体からなりかつ発光層を含むエピタキシャル成長層が形成され、基板が発光層のバンドギャップよりも大きいバンドギャップ

を有するものである。発光層からの光が基板を透過することが好ましい。

【0015】特に、導電性の基板は、硫黄、セレンおよびテルルの少なくとも1つと亜鉛とからなる化合物半導体に不純物元素が添加されてなることが好ましい。第2の発明に係る半導体発光素子は、立方晶のII-VI族の化合物半導体からなる導電性の基板の上に、ガリウム、アルミニウムおよびインジウムの少なくとも1つを含むIII族の窒化物半導体からなるエピタキシャル成長層が形成されたものである。

【0016】特に、導電性の基板は、硫黄、セレンおよびテルルの少なくとも1つと亜鉛とからなる化合物半導体に不純物元素が添加されてなることが好ましい。

【0017】

【作用】II-VI族の化合物半導体は、不純物元素の添加により導電性を付与することが可能である。また、II-VI族の化合物半導体は、組成の選択によりそのバンドギャップをガリウム、アルミニウムおよびインジウムの少なくとも1つを含むIII族の窒化物半導体のバンドギャップよりも大きくし、その吸収端の波長を発光層での発振波長よりも短くすることが可能である。さらに、ガリウム、アルミニウムおよびインジウムの少なくとも1つを含むIII族の窒化物半導体は、立方晶の基板の上にエピタキシャル成長させると立方晶となる。

【0018】第1および第2の発明に係る半導体発光素子においては、II-VI族の化合物半導体からなる導電性の基板を用いているので、素子構造の自由度が高く、素子構造を簡素化することが可能とする。

*【0019】特に、第1の発明に係る半導体発光素子においては、基板のバンドギャップが発光層のバンドギャップよりも大きいので、発光層からの光が基板で吸収されない。したがって、外部への光の取り出し効率が高くなる。

【0020】また、第2の発明に係る半導体発光素子においては、立方晶のII-VI族の化合物半導体からなる基板上に形成されたIII族の窒化物半導体が立方晶となるので、ウエハ上に形成された各素子をへき開により分離することが可能となる。また、半導体レーザ素子を作製することも可能となる。

【0021】

【実施例】図1は本発明の第1の実施例によるGaN系発光ダイオードの製造方法を示す工程断面図である。

【0022】まず、図1(a)に示すように、結晶成長面の面方位が(100)である立方晶のn-ZnS基板1上に、膜厚5μmのn-GaNクラッド層2を形成する。n-ZnS基板1には不純物元素としてAlが添加されている。次に、図1(b)に示すように、n-GaNクラッド層2上に膜厚0.1μmのInGaN活性層3を形成する。さらに、図1(c)に示すように、InGaN活性層3上に膜厚2μmのp-GaNクラッド層4を形成する。n-GaNクラッド層2、InGaN活性層3およびp-GaNクラッド層4は、MBE法(分子線エピタキシャル成長法)により連続的に成長させる。成長条件を表1に示す。

【0023】

【表1】

	成長条件
n-GaN層2	$P_{Ga} = 2 \times 10^{-4} \text{ Torr}$ (固体ソース) $P_{N_2} = 4 \times 10^{-4} \text{ Torr}$ $(N_2: \text{ラジカルビーム, RFパワー} = 100 \text{ W})$ $T_{sub} = 1070^\circ \text{C}$ 成長温度 = 600°C
InGaN層3	$P_{Ga} = 2 \times 10^{-4} \text{ Torr}$ (固体ソース) $P_{In} = 5 \times 10^{-4} \text{ Torr}$ (固体ソース) $P_{N_2} = 4 \times 10^{-4} \text{ Torr}$ $(N_2: \text{ラジカルビーム, RFパワー} = 100 \text{ W})$ 成長温度 = 600°C
p-GaN層4	$P_{Ga} = 2 \times 10^{-4} \text{ Torr}$ (固体ソース) $P_{N_2} = 4 \times 10^{-4} \text{ Torr}$ $(N_2: \text{ラジカルビーム, RFパワー} = 100 \text{ W})$ $T_{sub} = 800^\circ \text{C}$ 成長温度 = 600°C

【0024】表1において、 P_{Ga} は固体ソースであるGa蒸気の圧力を示し、 P_{In} はIn蒸気の圧力を示す。また、 T_{sub}

はSI噴出用セルの温度を示し、 T_{ve} はMPE噴出用セルの温度を示す。

【0025】次に、図1(d)に示すように、真空蒸着

法により、 p -GaNクラッド層4上に膜厚1000ÅのAuからなる p 側電極5を形成し、 n -ZnS基板1の下面に膜厚1000ÅのInからなる n 側電極6を形成する。最後に、図1(e)に示すように、各発光ダイオードチップ7の分離を行う。各発光ダイオードチップ7の分離はへき開により行ってもよい。

【0026】このように、第1の実施例の発光ダイオードにおいては、 n -ZnS基板1が導電性を有するので、 n 側電極6を n -ZnS基板1の下面に形成することができる。したがって、素子構造が簡素化される。

【0027】また、 n -ZnS基板1のバンドギャップ(3.7eV)がInGaN活性層3のバンドギャップ(例えば3eV)よりも大きいので、InGaN活性層3からの光が n -ZnS基板1で吸収されない。したがって、外部への光の取り出し効率が高くなる。

【0028】さらに、 n -ZnS基板1の結晶形が立方晶であるため、 n -ZnS基板1上にエピタキシャル成長した n -GaNクラッド層2、InGaN活性層3および p -GaNクラッド層4の結晶形も立方晶となる。したがって、各発光ダイオードチップ7をへき開により分離することが可能となる。

【0029】本実施例の発光ダイオードは、InGaN活性層3を n -GaNクラッド層2および p -GaNクラッド層4で挟んだダブルヘテロ構造の pn 接合を有し、青色の光を効率良く発生することができる。

【0030】図2および図3は本発明の第2の実施例に*

*による半導体レーザ素子の製造方法を示す工程断面図である。まず、図2(a)に示すように、結晶成長面の両方位が{100}である立方晶の n -ZnS基板11上に、MBE法により、膜厚5μmの n -GaNクラッド層12、膜厚0.1μmのInGaN活性層13および膜厚2μmの p -GaNクラッド層14を連続的に成長させ、GaN系ダブルヘテロ構造を形成する。成長条件は、表1に示した条件と同様である。

【0031】次に、図2(b)に示すように、 p -GaNクラッド層14上に、CVD法(化学的気相成長法)により膜厚500Åの SiO_2 膜15を形成する。そして、図2(c)に示すように、フォトリソグラフィにより SiO_2 膜15をストライプ状にパターニングする。次に、 SiO_2 膜15をマスクとして p -GaNクラッド層14、InGaN活性層13および n -GaNクラッド層12および n -ZnS基板11をエッチングする。エッチング方法としては、塩素系のドライエッチングを用いる。

【0032】次いで、図2(e)に示すように、MBE法によりアンドープの高抵抗ZnS層16を結晶成長させることにより、GaN系ダブルヘテロ構造の埋め込みを行う。高抵抗ZnS層16の成長条件および後述する p -GaNコンタクト層17の成長条件を表2に示す。

【0033】

【表2】

	成長条件
高抵抗ZnS層16	$P_{\text{ZnS}} = 4 \times 10^{-4} \text{ Torr}$ 成長温度 = 260℃
p -GaNコンタクト層17	$P_{\text{Ga}} = 2 \times 10^{-4} \text{ Torr}$ (固体ソース) $P_{\text{N}} = 4 \times 10^{-4} \text{ Torr}$ (N, ラジカルビーム, RFパワー = 100W) $T_{\text{sub}} = 300^\circ\text{C}$ 成長温度 = 600℃

【0034】表2において、 P_{ZnS} はZnS蒸気の圧力を示す。次に、図3(f)に示すように、リフトオフ法により、 SiO_2 膜15をその上の高抵抗ZnS層16とともに除去する。 SiO_2 膜15の除去にはフッ化水素酸水溶液によるエッチングを用いる。

【0035】次に、図3(g)に示すように、MBE法により、表2に示した成長条件で、 p -GaNクラッド層14上および高抵抗ZnS層16上に膜厚5000Åの p -GaNコンタクト層17を形成する。

【0036】その後、図3(h)に示すように、真空蒸着法により、 p -GaNコンタクト層17の上面に膜厚1000ÅのAuからなる p 側電極18を形成し、 n -ZnS基板11の下面に膜厚1000ÅのInからなる

n 側電極19を形成する。最後に、図3(i)に示すように、へき開により半導体レーザチップ20の分離を行う。その際、共振端面は{110}へき開面を用いて形成する。

【0037】本実施例の半導体レーザ素子は、InGaN活性層13を n -GaNクラッド層12および p -GaNクラッド層14で挟んだダブルヘテロ構造の pn 接合を有し、青色の光を効率良く発生することができる。

【0038】このように、立方晶の n -ZnS基板11上に形成された n -GaNクラッド層12、InGaN活性層13、 p -GaNクラッド層14、 p -GaNコンタクト層17および高抵抗ZnS層16が立方晶となるので、へき開により半導体レーザ素子の共振器端面を

形成することが可能となる。

【0039】なお、第1および第2の実施例では、II-VI族の化合物半導体からなる基板としてZnS基板を用いているが、ZnS基板の代わりに、ZnSeもしくはZaTe、またはこれらの混晶、例えばZnSSeからなる基板を用いてもよい。また、II-VI族の化合物半導体からなる基板上に形成するエピタキシャル成長層は、Ga₂NまたはInGa₂Nに限らず、Ga₂N、AlN、InN、AlGa₂N、InGa₂N、InAlNおよびInAlGa₂Nのうちいずれか1種類または複数種類からな

ってもよい。
【0040】また、第1の実施例において、立方晶のZnS基板の代わりに六方晶のZnS基板を用いてもよい。この場合にも、活性層からの光がZnS基板で吸収されず、外部への光の取り出し効率が高くなる。

【0041】

【発明の効果】第1の発明によれば、II-VI族の化合物半導体からなる基板が導電性を有しかつ発光層のバンドギャップよりも大きいバンドギャップを有するので、量子構造の自由度が高く、かつ発光層からの光が基板で吸収されない。したがって、製造工程が複雑化せず、かつ外部への光の取り出し効率が高い半導体発光素子が得られる。

【0042】第2の発明によれば、II-VI族の化合物半導体からなる基板が導電性を有しかつ立方晶であるので、量子構造の自由度が高く、かつ基板上に形成される

エピタキシャル成長層が立方晶となる。したがって、製造工程が複雑化せず、かつウエハ上に形成された各素子をへき割により分離することが可能な半導体発光素子が得られる。また、へき割により形成される共振器端面を有する半導体レーザ素子を作製することも可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例によるGa₂N系発光ダイオードの製造方法を示す工程断面図である。

【図2】本発明の第2の実施例によるGa₂N系半導体レーザ素子の製造方法を示す工程断面図である。

【図3】本発明の第2の実施例によるGa₂N系半導体レーザ素子の製造方法を示す工程断面図である。

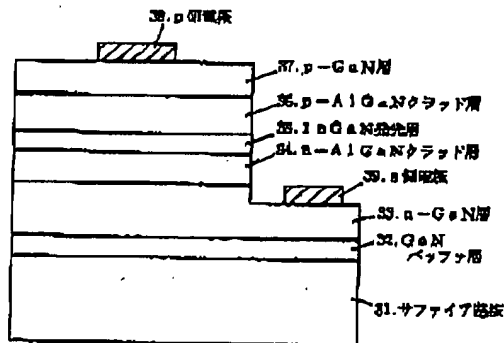
【図4】サファイア基板を用いた従来のGa₂N系発光ダイオードの構造を示す断面図である。

【図5】GaAs基板を用いた従来のGa₂N系発光ダイオードの構造を示す断面図である。

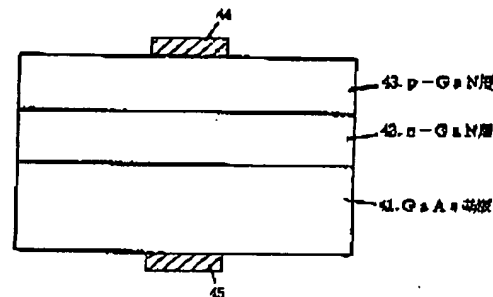
【符号の説明】

- 1, 11 n-ZnS基板
- 2, 12 n-GaNクラッド層
- 3, 13 InGa₂N活性層
- 4, 14 p-GaNクラッド層
- 5, 15 p側電極
- 6, 16 n側電極
- 16 高抵抗ZnS層
- 17 p-GaNコンタクト層

【図4】



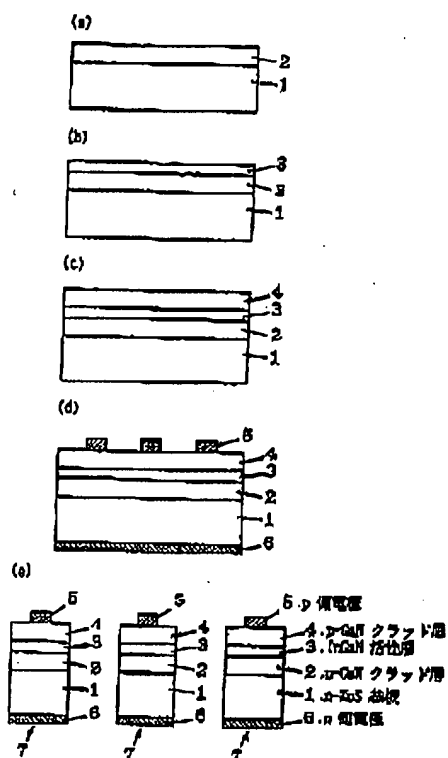
【図5】



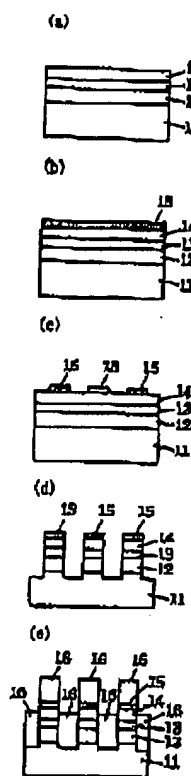
(6)

特開平8-310527

【図1】



【図2】



【図3】

